第3者試験機関による PCI Expressコンプライアンス・テスト代行サービス

——いつでもテストでき，コストと時間を節約

ボードの記事

川上 誉

2005年10月から，PCI-SIG（Special Interest Group）認可のもと，第3者試験機関によるPCI Expressコンプライアンス・テストの代行が可能となった．ここでは，従来PCI-SIGで行われてきたCompliance Workshopと比べたときのメリット，テスト方法などについて述べる．また，2005年12月，筆者らは実際に第3者試験機関を利用して，コンプライアンス・テストを行った．その際の手続き，テストの手順などを紹介する．（編集部）

筆者が自社の設計モデルにPCI Expressの採用を決めたのは，画像データの転送におけるバンド幅の不足を感じていたからです．本誌でもたびたび紹介されているように，パラレル・バスをベースとした既存のPCIバス・アーキテクチャでより高速なデータ転送を行うことは，すでに限界に達しており，いっそうの高速処理を実現するには，さらなる高速なインターフェースを採用する必要がありました．

また，新たに出荷されるパソコンのメイン・ボードでは，PCI Expressの搭載が標準的になりつつある（ユーザ側での環境も整いつつある）こともその要因でした．パラレルPCIバスはすぐさま消えてしまうことはないでしょうが，業界全体がPCI Expressへ移行しています．今後，PCIバス・スロットの本数は減っていき，PCI Expressスロットの本数が増えてくるでしょう．

● テストに合格すれば製品の付加価値が増す

コンプライアンス・テストとは，PCI-SIGが提供するコンプライアンス・プログラムの一環として，性能テストと相互接続性（interoperability）テストを実施するものであり，USB規格で言うところの“Plugfest”に相当するものです．

テストに合格していれば，製品の付加価値が増すことになります．産業用の組み込み機器には，安定動作が不可欠です．テスト合格によってその性能と相互接続性についてPCI-SIGより認定されているということは，それを証明する一つの方策と考えられます．

写真1は今回，コンプライアンス・テストを実施し，合格したボードです．仕様などについてはWebサイト（http://www.soliton.co.jp/products/expresso/）でご確認ください．

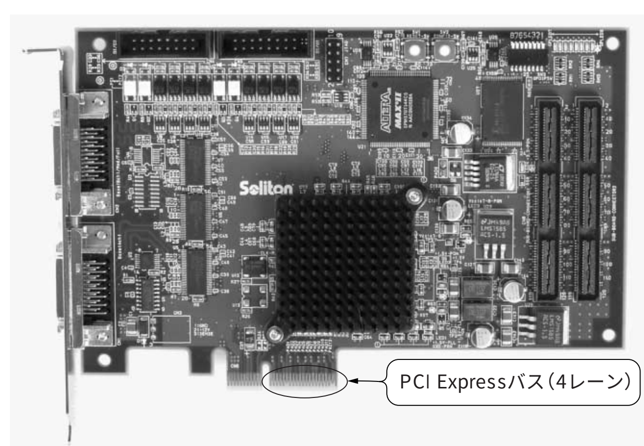


写真1　コンプライアンス・テストに合格したボード
イメージ・キャプチャ・ボード．詳細はWebサイト（http://www.soliton.co.jp/products/expresso/）を参照．

KeyWord　PCI-SIG，Compliance Workshop，PCI Express，コンプライアンス・テスト，相互接続性，Allion Computer

● 第3者試験機関でテストを受けるメリットは三つ

2005年10月に，PCI-SIGは第3者試験機関による有償のテスト代行サービス（PCI Express Third Party Test Lab Program）の実施をアナウンスしました．これによって，PCI-SIGの会員は次のような恩恵を受けられます．

1）米国まで行かなくてもよい

当初，筆者らは米国カリフォルニア州Milpitasで実施されるPCI-SIG Compliance Workshop（以降，ワークショップ）#48に参加することを予定していましたが，PCI-SIGの第3者試験機関に関するアナウンスを知り，これを利用することにしました．

第3者試験機関でのテストは，PCI-SIGのワークショップと同じ扱いになります．合格すると，PCI-SIGのWebサイト（http://www.pcisig.com/home/）上にあるインテグレーターズ・リストに掲載され，「この製品はPCI Express規格に準拠している」と宣言できます．

2006年2月中旬現在，PCI Expressのコンプライアンス・テスト代行機関として認定されているのは台湾のAllion Computer社だけです．手続きや荷物の発送などは，すべて同社の日本法人（http://www.allion.co.jp/）が窓口となって行ってくれます．

図1は第3者試験機関によるテスト代行サービスの流れを図式化したものです．ワークショップへの参加やテスト代行機関の利用は，いずれもPCI-SIGの会員であることが前提です．

2）いつでも受けられる

いちばん大きなメリットは，スケジュール的な制約がないことです．今までのコンプライアンス・テストはPCI-SIGが年に数回（例年なら年間6回ほど実施．内訳はカリフォルニアで4回，台湾で2回ほどのようだ）行うワークショップにタイミングを合わせて参加し，合格する必要がありました．

このテスト代行サービスによって，社内でのデバッグの終了と同時にテストを受けられます．テスト中に問題が見つかったとき，これまではワークショップが開催されている1週間（実質3～4日）のうちに問題を修正しなければなりませんでした．そして合格できなければ，次のワークショップ開催までの間，追試のチャンスをじっと待たなければならなかったのです．

テスト中に発生した問題などを確認できるデバッグ・サポートも提供されるため，ユーザが直接自分の目で問題点を確認できます．テストそのものは台湾で行われますが，時差が1時間とあまり大きくないため，何か問題が見つかった場合，日本国内で早急に対策を検討することも可能でしょう．今後，国内での需要が高まれば，上記のようなサービスのすべてを日本国内で提供する可能性もあるそうです．

3）コストと時間を減らせる

米国で行われるコンプライアンス・テストは無償で参加できるのですが，カリフォルニアまでの往復航空券やホテル代，人件費などを考慮すれば，このテスト代行サービスは経済的なメリットも十分にあります．

テスト代行サービスを利用する場合，通常，テストに立ち会う必要はありません．Allion社の日本窓口に対してテストを申し込み，開発したボードやボードに付属するソフトウェア，書類，外部機材一式を送るだけです．

今回，筆者らは初めて，Allion社にテストの実施を依頼したこともあり，実際のテストに立ち会わせてもらうことにしました．Allion社は，試験・認証機関として多くの会

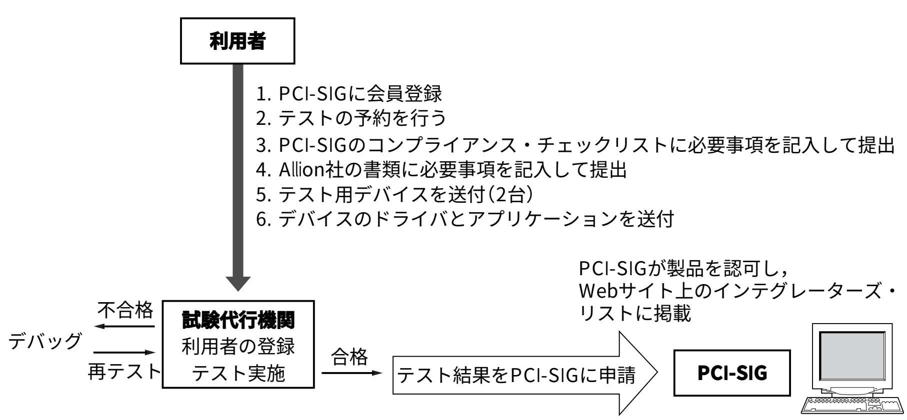


図1
第3者試験機関によるテスト代行サービスの流れ
第3者試験機関によるテストはPCI-SIGのワークショップと同じ扱いになる．合格するとPCI-SIGのWebサイト上にあるインテグレーターズ・リストに掲載され，その製品がPCI Express準拠だと宣言できる．

社の製品を取り扱っている会社だけあり，訪問の際は，筆者らが持ち込んだ機材以外はすべて別室に移動してありました．社内の移動や写真撮影についても制約があり，顧客に対する守秘の配慮が感じられました．

● 基板単体でテストを実施，三つの項目をクリアした

実際のワークショップでPCI-SIGが運営するテストと同じテストを実施します．これはPCI-SIGが定義しているコンプライアンス・テスト用の正式ツールを使ったテストであり，アドイン・カードのテストに限れば，1）信号品質のテスト，2）PCIコンフィグレーション空間のテスト，3）プロトコル関連のテストを行います．その内容と手順は，テスト代行機関もワークショップもまったく同じです．

1）信号品質のテスト（PHY Electrical Test/SIGTEST）

PCI-SIGが用意しているテスト・フィクスチャであるCompliance Base Board（CBB，アドイン・カードのテストに使用）とコンプライアンス・パターンと呼ばれる2.5 Gbpsの波形をキャプチャするための計測器，およびSIG TESTと呼ばれる評価用ソフトウェア（Windowsパソコン上で実行する）によって信号の品質を検査します．

Allion社の用意しているテスト用設備を**表1（a）**に示します．テスト方法の詳細を知りたい方は，PCI-SIGのWebサイトに各メーカ（米国Agilent Technologies社，米国Tektronix社，米国Lecroy社）の計測器を使った場合のテスト手順を示したドキュメントが公開されています．かならず最新版を入手してください．テスト仕様書は，2006年2月20日の時点では，PCI_Express_Test_Spec_PHY_1.0.pdfが最新のようです．結果はhtml形式のファイルで出力され，各項目の測定値とその合否結果，アイ・ダイヤグラムやテスト・テンプレートの設定値などを確認できます．

2）PCIコンフィグレーション空間のテスト（Configuration Space Test）

PCIコンフィグレーション空間（PCIに接続するデバイスの特性や種類，動作方式などを設定するための空間）に対するストレス・テストを実施します．評価用ソフトウェアであるPCIECVプログラムをパソコン上で実行させることによって実施します．

PCIECVはPCI-SIGのWebサイトからダウンロードで

表1 Allion社が用意しているコンプライアンス・テスト用設備の一覧

テスト方法の詳細は，PCI-SIGのWebサイトに掲載されている．各社（Agilent Technologies社，Tektronix社，Lecroy社）の計測器を使った場合のテスト手順を示したドキュメントが公開されている．

モデル名	メーカ名	備　考
TDS6804B	米国Tektronix社	オシロスコープ
AWG710B	米国Tektronix社	信号発生器
WCA380	米国Tektronix社	スペクトラム・アナライザ
Compliance Base Board（CBB）	PCI-SIG	テスト・フィクスチャ（Rev.1.0および1.1対応）
Compliance Loading Board（CLB）	PCI-SIG	テスト・フィクスチャ（Rev.1.0対応）

（a）電気的特性測定用

モデル名	メーカ名	備　考
E2969A Protocol Test Card（PTC）	米国Agilent Technologies社	プロトコル・テスト・カード
D915GEV System Board	米国Intel社	テスト・プラットホーム
SE7525GP2 Server Board	米国Intel社	テスト・プラットホーム

（b）プロトコル・テスト用

モデル名	メーカ名	備　考
D915GEV System Board	米国Intel社	テスト・プラットホーム，Intel 915G
D945GNT System Board	米国Intel社	テスト・プラットホーム，Intel 945G
SE7525GP2 Server Board	米国Intel社	テスト・プラットホーム，Intel E7525
A8N-SLI Deluxe System Board	台湾ASUSTeK COMPUTER社	テスト・プラットホーム，NVIDIA nForce 4
P5RD1-V	台湾ASUSTeK COMPUTER社	テスト・プラットホーム，ATI RS400
ATI Radeon X700	カナダATI Technologies社	テスト・カード，グラフィックス，x16
NVIDIA GeForce 6800	米国NVIDIA社	テスト・カード，グラフィックス，x16
PEX8516	米国PLX Technology社	テスト・カード，スイッチ，x4
Super Trak EX8350	米国Promise Technology社	テスト・カード，SATA RAIDコントローラ，x4
DGE-560T	台湾D-Link社	テスト・カード，Gビット Ethernet，x1
PEX8111	米国PLX Technologies社	テスト・カード，ブリッジ，x1
Sil3132A	米国Silicon Image社	テスト・カード，SATAホスト・コントローラ，x1

相互接続性確認用パソコンのOSはWindows XP Professional SP2（5.1.2600，English Edition）

相互接続性確認用の装置は，定期的に変わる可能性もある．

（c）相互接続性確認用



写真2　PCI-SIGから認定されている5台のテスト・プラットホーム
テストされるアドイン・カードに対して，これら5台のすべてで動作テストを行い，最低4台のメイン・ボードで相互接続性に問題のないことが確認された場合，相互接続性テストは合格となる．

きるので，事前にチェックできます．テスト方法の詳細を知りたい方は，PCI-SIGのWebサイトからドキュメントを入手できます．かならず最新版を入手してください．2006年2月20日の時点では，PCI_Express_Test_Spec_Config_Space_1.0.pdfが最新のようです．

テスト結果はGUIによる表示だけでなく，ログ・ファイルがテキスト形式で出力されるので，詳細はそちらで確認します．

3）プロトコル関連のテスト（Link Layer Test/Transaction Layer Test）

Agilent Technologies社のE2969A Protocol Test Card for PCI Express（PTC）および，そのユーティリティ・プログラムを使い，プロトコル関係のテストを実施します．今回はアドイン・カード（endpoint）が測定対象であったため，Allion社の用意したテスト用のメイン・ボードである「Goldプラットホーム」（**表1（b）**）上のスロットにPTCを挿入し，その上に筆者らのアドイン・カードを挿入する形でテストを行いました．

PTCによるテストの内容は，PCI-SIGの作ったシナリオに沿って自動的に行われます．テスト方法の詳細を知りたい方は，PCI-SIGのWebサイトからドキュメントを入手できます．2006年2月20日時点では，PCI_Express_Test_Spec_Link_Layer_1.0.pdfおよびPCI_Express_Test_Spec_Transaction_Layer_1.0.pdfが最新のようです．

● 次に相互接続性テストで接続実績を示す

ワークショップではOne-on-one Testと呼ばれており，ワークショップに参加したベンダどうしのアドイン・カードとプラットホーム（メイン・ボード）の間で相互接続性について確認を行います．このテストでは，テストした組み合わせで最低80％以上，相互接続性に問題のないことが確認されると合格となります．

Allion社ではPCI-SIGから認定されているプラットホームが5台用意されており（**表1（c）**，**写真2**），テストされるアドイン・カードに対して，これら5台のすべてで動作テストを行い，最低4台（80％）のメイン・ボードで相互接続性に問題のないことが確認された場合に合格となります．

筆者らの製品については，アドイン・カード専用のWindows XP用ドライバとアプリケーションによって5台のパソコンのすべてにおいて，その動作に問題のないことが確認されました．

● チェックリストをPCI-SIGに提出する

通常，ワークショップをパスした個々のベンダは，速やかにコンプライアンス・チェックリストと呼ばれる確認書類をPCI-SIGに提出しなければなりません．このリストはPCI-SIGのWebサイトから入手できるので，自分で各項目についてYes，No，N.A.や，コメントなどを書き込みます．このチェックリストがPCI-SIGによって問題ないと判断されれば製品がPCI Expressに準拠していると認められ，インテグレーターズ・リストに掲載されます．

テスト代行サービスでは，**図1**に示したように，まず，このチェックリストを先に提出しておく必要があります．これはコンプライアンス・テストにパスした後，PCI-SIGへの書類提出をスムーズに行うためであり，とくに内容の事前チェックを行ってくれたりするものではないので，注意してください．

余談ですが，このリストには仕様上の必要条件なども書かれているのでPCI Expressのアドイン・カードを設計する際にも役に立つと，後からリストを記載する際にしみじみ思いました．

また，Allion社のサービスを利用する際には，別途，同社の用意する書類に必要事項を記入して提出しなければなりません．一つは単にテストIDを発行してもらうための用紙であり，もう一つはコンプライアンス・テストを実施した後にPCI-SIGに対して提出する実施レポート（申請書

類）です．どちらも記載しなければならないのは会社名やベンダID，技術的な問い合わせ先，営業的な問い合わせ先，アドイン・カードなのかプラットホームなのか，サポートするレーン幅，製品の簡単な説明などです．

● まとめ

通常，Allion社におけるテストでは，そのテストで必要とされる内容よりやや広い範囲でテストするということです．今回，筆者らの持ち込んだ製品も，2006年から開始されるPCI Express 1.1（以下，Rev.1.1）のテストとあわせて実施され，合格できる実力であることが判明しました．やや広い範囲でテストを行ってもらえることは，製品本来の実力を判断するためにも役立ちます．

Rev.1.1の信号品質のテストは，専用のテスト・フィクスチャであるCBB1を利用して行われます．テスト結果の詳細については，Allion社からPCI-SIGに提出されるコンプライアンス・テスト実施のレポート内にも記載されていました．

参考・引用＊文献

(1) PCI-SIGのWebサイト，http://www.pcisig.com/
(2) PCI Expressについての情報の入口，http://www.pcisig.com/specifications/pciexpress/
(3) PCI Expressのコンプライアンス・テストについての情報，http://www.pcisig.com/specifications/pciexpress/compliance/
(4) PCI Expressコンプライアンス・チェックリストのダウンロード先，http://www.pcisig.com/developers/compliance_program/compliance_checklist/
(5) PCI Expressインテグレーターズ・リスト（アドイン・カード），http://www.pcisig.com/developers/compliance_program/integrators_list/pcie#addin/

かわかみ・たかし
アステック㈱

＜筆者プロフィール＞
川上 誉．画像処理が大好き．現役エンジニアのつもりが，実際は「元エンジニア」に限りなく近いところにいる．今では詳細設計にはかかわれず，企画，見積もり，技術営業に近いことばかりやっている．

column 確実に早くテストをパスするには

筆者らは開発当初からコンプライアンス・テスト合格を目指していました．そのため，開発を進める一方で，評価についても並行して準備を進めました．

計測器メーカに相談したところ，必要な測定機器の構成に加え，評価方法をはじめとする各種のアプリケーション情報もいっしょに送られてきました．また，目標としていたCompliance Workshop #48でのPHY Electrical Testには，Agilent Technologies社のオシロスコープが使われるという情報を得ました．

このオシロスコープの利用開始後には，すぐにスタートアップ・トレーニングを受け，コンプライアンス・テストや信号品質のテスト手順について基本的な理解を得てから測定と評価を進めました．また，技術担当者から電話やメールによるアドバイスを優先的に受けることができるレスポンス・サポート契約を利用し，不明な点についてはそのつど質問することで，疑問を早期に解消したので，スムーズに作業を進められました．

プロトコル関連のテストについては，プロトコル・アナライザを使って確認していました．しかし，実際のコンプライアンス・テストに沿った方法で事前に確認しておいたほうが安心できると考え，これについてもPTCによる事前検証を，有償コンサルティングの形で提供してもらいました．実際，製品の一部について改善すべき点が確認できました．

このように，相互接続性テスト以外についてはすべてパスすることがほぼわかった状態で，安心してコンプライアンス・テストに臨みました．

CBB1やCLBなどのテスト・ボードはPCI-SIGのWebサイトから購入できますし，SIGTESTやPCIECVなどのソフトウェアは無償でダウンロードできます．可能であれば，それらとともにPTCによる事前検証やコンサルティングなどの各種サービスを活用することは，短期開発や一発合格の早道となります．

以下に，開発に活用した製品およびサービスを示します．

- CBB1：Rev1.1用のコンプライアンス・ベース・ボード（PCI-SIG）――コンプライアンス・テストの信号品質試験に使うボードで，PCI-SIGから925ドルで販売されている．
- 54855A：広帯域リアルタイム・オシロスコープ（以下，Agilent Technologies社）―― 6GHz帯域，20Gサンプル/sの性能で，コンプライアンス・テストに必要な性能を備えている．
- InfiniiMax：広帯域アクティブ・プローブ・システム―― 7GHz帯域の差動アクティブ・プローブで，高速信号の波形測定に適している．
- PCI Express信号評価スタートアップ・トレーニング―― PCI Express信号の信号品質を正しく評価するための知識を得ることができる．
- スタートアップ・プラス・レスポンス・サポート契約――スタートアップ・トレーニング受講後，実際に測定を開始した際に直面するさまざまな疑問にすばやく答えてくれる．
- 計測コンサルティング・サービス（PTCによるプリテスト）――本来はカスタムのコンサルティング・サービスだが，今回はPTCを使ったコンプライアンス・テストの予行演習を行った．